

**ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ,
ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ПАКЕТИРОВАНИЯ СТРУЖКИ ПРИ
ГЛУБОКОМ БЕЗВЫВОДНОМ СВЕРЛЕНИИ АЛЮМИНИЕВ**

Physical model of process of chip forming disposal and packaging in chip grooves of standard drills at deep hole drilling by one-pass in cast aluminum dig transfer machines and transfer lines.

Структурной основой физической модели процесса образования, транспортирования и пакетирования стружки при глубоком безвыводном сверлении алюминия, изображенный схематично на представленной схеме (см. рис.), является совместное действие трех основополагающих факторов: механического, теплового и адгезионного.

Целью построения физической модели является представление в схематическом виде (см. рис.) закономерностей взаимодействия физических явлений влияющих на образование «рыхлых» и «плотнупакованных» пакетов стружки под действием трех основных факторов в стружечных канавках стандартных сверл с заточкой по ГОСТ 19525–88 и с элементами дробления стружки (патент) при обработке глубоких отверстий в корпусных деталях из литейных алюминия на агрегатных станках за один проход (глубокое безвыводное сверление).

Модель процесса образования, транспортирования и пакетирования стружки (см. рис. 1) устанавливает связь между физическими явлениями возникающими и протекающими в процессе сверления литейных алюминиевых сплавов. Так при срезании и деформации срезаемого слоя в зоне резания проявляют свои действия семь главнейших физических явлений (формирование контактных поверхностей; механические напряжения и силы; теплообразование; стружкообразование; износ режущего инструмента и обрабатываемых отверстий; образование поверхностного слоя), тогда как в зоне обработки – только три из них (механические напряжения и силы; теплообразование; износ режущего инструмента и обрабатываемых отверстий) и к ним добавляется действие еще одного физического явления (адгезионное взаимодействие).

Упрощенно физическая модель процесса образования, транспортирования и пакетирования стружки при глубоком безвыводном сверлении алюминия может быть представлена:

1. При механическом взаимодействии режущего клина сверла на литейный

алюминий, из-за повышенной склонности его к наростообразованию формируются увеличенные, в сравнении с черными металлами, номинальные и фактические площадки контакта. Они определяют увеличенное трение и тепловыделение [1];

2. Прочность адгезионной связи между частицами стружки и фрагментов наростов, характерное распределение сил, действующих на задних и передних поверхностях режущего инструмента в условной плоскости сдвига, различная скорость резания вдоль ГРК (от 0 возле центра сверла и max на вершине инструмента) и толщина среза, износ сверла, удельные контактные напряжения, температура в зоне резания и в зоне обработки определяют вид образующейся стружки (непрерывной с завитками типа стружки скалывания) [2];

3. Возникающая в зоне резания теплота всегда повышает адгезионное взаимодействие между инструментальным и обрабатываемым материалом, между обрабатываемым материалом и частицами стружки с фрагментами наростов. При неблагоприятных условиях резания, когда высокая температура распространяется и на зону обработки происходит интенсификация процесса адгезионного износа сверла и обработанной поверхности, как следствие этого начинается процесс образования рыхлых и плотноупакованных пакетов стружки, что в свою очередь приводит к поломке сверла [3];

4. Прочность адгезионной связи между частицами стружки и фрагментов наростов, характерное распределение сил, действующих на передних поверхностях режущего инструмента в стружечных канавках, удельные контактные напряжения, температура в зоне обработки определяют вид образующегося пакета стружки в зависимости от глубины сверления [2];

5. Развитие¹ пакетов стружки и их закупорка в стружечных канавках при обработке алюминия приводит к внезапному отказу стандартного сверла с заточкой рабочей части по ГОСТ 19525–88, тогда как заточка рабочей части инструмента с элементами дробления стружки (патент) позволяет увеличить глубину сверления до 15d [4].

Установленная закономерность изменения удельной плотности пакетов стружки $\rho = f(L/d)$ в зависимости от глубины сверления стандартными сверлами в литейных алюминиях, подтверждает, что удельная плотность «рыхлого» пакета стружки при

¹ Образование из стружки пакетов, и преобразование одних пакетов в другие.

сверлении стандартным сверлом с заточкой по ГОСТ 19525–88 $0,9...1,2 \text{ г/см}^3$ при глубине расположения $3,5...4d$, температура в детали достигала 120°С и режущем инструменте 330°С , скорость перемещения стружки в стружечных канавках достигала 3 мм/сек .

При глубине сверления $4,5...5d$ температура в детали 140°С и режущем инструменте 415°С , скорость перемещения стружки в стружечных канавках $0...0,5 \text{ мм/сек}$ при этом удельная плотность «плотнупакованного» пакета стружки составила $1,8...2,1 \text{ г/см}^3$ при плотности основного материала $2,7 \text{ г/см}^3$. При сверлении стандартным сверлом с элементами дробления стружки образование пакетов на этой глубине сверления не происходило (см. рис.).

Процесс образования пакетов стружки в стружечных канавках стандартных сверл с элементами дробления стружки аналогичен такому же процессу при сверлении инструментом с заточкой по ГОСТ 19525–88, только глубина сверления, при которой образуются пакеты стружки, будет больше (см. рис.).

При построении физической модели было установлено, что процесс пакетирования стружки в первую очередь зависит от геометрических параметров режущей части сверла, т.е. от закономерностей изменения силы трения стружки о переднюю поверхность инструмента и обработанную поверхность отверстия, глубины сверления, адгезионного взаимодействия, температуры в зоне резания и зоне обработки.

На основе установленных закономерностей протекания физических явлений при образовании пакетов стружки была разработана конструкция (перезаточка) стандартного сверла. На рабочей части стандартного сверла [5] предварительно выполнена винтовая заточка зубьев по задней поверхности с углом в плане $2\varphi=135^\circ...140^\circ$. На каждом зубе по передней поверхности выполняется подточкой со стороны стружечной канавки выпуклая (радиусная) главная режущая кромка с $R=R_1=(2...3)d$, одновременно с подточкой сердцевины сверла до достижения длины поперечной кромки $c=0,2...0,3d$. Кроме этого, каждый зуб сверла на периферии имеет подточку по задней плоскости глубиной $a=a_1=(0,1...0,15)d$, шириной $\ell = \ell_1 = 1/3$ главной режущей кромки.

Результаты внедрения заточки сверла по патенту подтверждаются статистическими данными о поломках стандартных сверл при глубоком безвыводном сверлении,

проведенные в производственных условиях ОАО «ХТЗ». Так при достижении глубины сверления 5d стандартными сверлами с заточкой вершины режущей части по ГОСТ 19525–88 поломка инструмента вследствие, закупорки стружечных канавок пакетами стружки достигает 100 %, тогда как применение стандартных сверл с элементами дробления стружки увеличивает глубину сверления до 10...15d.

Следовательно, на основе установленных закономерностей протекания физических явлений при образовании, транспортировании и пакетировании стружки рекомендовано применение заточки на рабочей части стандартных сверл элементов для дробления стружки, и применение такого режущего инструмента для глубокого безвыводного сверления на агрегатных станках.

Список литературы: 1. Маршуба В.П. Физическая модель процесса резания при ГБС отверстий в литейных алюминиях. // Резание и инструмент в технологических системах. –Х.: ХГПУ, 1999. –вып. №54, –С–168–170. 2. Маршуба В.П. Адгезионная природа образования пакетов стружки в стружечных канавках при глубоком безвыводном сверлении литейных алюминиев. //Високі технології в машинобудуванні. –Х.: ХГПУ, 1998. –С–212–214. 3. Маршуба В.П. Распределение температуры по обрабатываемой поверхности и температурных полей в детали при глубоком сверлении литейных алюминиев. //Резание и инструмент в технологических системах. 4. Маршуба В.П. Схема образования пакетов стружки при глубоком безвыводном сверлении литейных алюминиев. //Резание и инструмент в технологических системах. –Х.: ХГПУ, 1999. –Вып. №55, –С–161–163. 5. Дрожжин В.И., Маршуба В.П. Повышение эффективности глубокого сверления отверстий в алюминиях на агрегатных станках и автоматических линиях спиральными сверлами малого диаметра за счет совершенствования условий отвода стружки. //Резание и инструмент в технологических системах. –Х.: ХГПУ, 1998. –Вып. №52, –С–81–87.

Поступила в редакцию 02.02.01